

**(54) PHOTOMASK AND EXPOSING METHOD USING IT**

(11) 5-72717 (A) (43) 26.3.1993 (19) JP

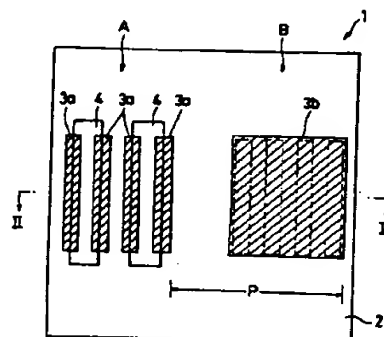
(21) Appl. No. 3-234488 (22) 13.9.1991

(71) HITACHI LTD (72) OSAMU SUGA(2)

(51) Int. Cl.<sup>8</sup> G03F1/08, H01L21/027

**PURPOSE:** To improve the throughput of a double exposing process and the mask aligning precision.

**CONSTITUTION:** This photomask is a phase shifting photomask 1 having the formation of a first pattern A on which phase shifters 4 are provided on a part of light transmission regions among a group of the light shielding patterns 3a arranged separately, and a second pattern B composed of a light shielding pattern 3b leaving a region where the light transmission region of the first pattern A is overlapped with the end part of the phase shifter 4, as the light transmission region, on the same glass substrate 2.

**(54) PRODUCTION OF EXPOSING MASK AND SEMICONDUCTOR DEVICE**

(11) 5-72718 (A) (43) 26.3.1993 (19) JP

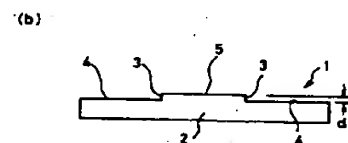
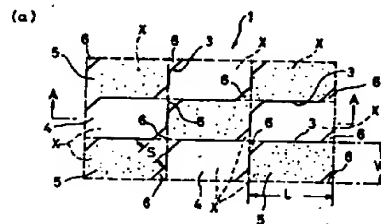
(21) Appl. No. 3-238322 (22) 18.9.1991

(71) FUJITSU LTD (72) TAIJI EMA

(51) Int. Cl.<sup>8</sup> G03F1/08, G03F7/20, H01L21/027, H01L27/13

**PURPOSE:** To suppress the reduction of patterns at the time of exposing in the process for production of the exposing mask to be used for a phase shift method and the semiconductor device using this mask.

**CONSTITUTION:** This method is constituted by including the exposing mask 1 which is formed adjacently with plural shifter patterns 4, 5 of a plane shape having connecting regions 6 connecting plural vertically and horizontal adjacent rectangular regions X to each other in one direction of diagonal lines and parting in other direction and is formed with phase shift layers on one of the adjacent shifter patterns 4, 5 or the exposing mask which is formed with the plural stripe-shaped shifter patterns extending in one direction adjacently to each other, is formed with the phase shift layers on one of the adjacent shifter patterns, is formed with plural band-shaped light shielding patterns extending in the direction orthogonal with these shifter patterns apart specified intervals and is formed with constrictions in the parts intersected with the shifter patterns among the light shielding patterns.

**(54) SURFACE STATE INSPECTING METHOD AND EXPOSING DEVICE**

(11) 5-72720 (A) (43) 26.3.1993 (19) JP

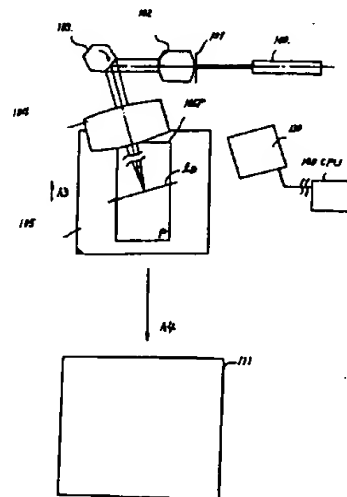
(21) Appl. No. 3-233048 (22) 12.9.1991

(71) CANON INC (72) MICHIO KONO

(51) Int. Cl.<sup>8</sup> G03F1/08, G01N21/88, H01L21/027

**PURPOSE:** To efficiently execute two-dimensional scanning in a wide range of regions to be inspected even if a beam scanning length is short in consequence of reduction of a beam diameter for the purpose of enhancing the accuracy of the surface state inspecting device which executes two-dimensional scanning by executing beam scanning in one direction.

**CONSTITUTION:** The short side direction of the rectangular region 105P and a 1st direction /B are approximately aligned in the method for inspecting the surface state of the surface to be scanned by moving a luminous flux in a 1st direction /B with respect to the surface to be scanned and moving the inspection surface in the 2nd direction A3 intersecting with the 1st direction /B with respect to the luminous flux, thereby two-dimensionally scanning the rectangular region 105P on the surface to be scanned with the luminous flux and inspecting the surface state of the surface to be scanned.



100: laser, 101: pin hole, 102: beam expander, 103: polygon mirror, 104: scanning lens, 105: reticle, 111: turn table, 130: upper photodetector system, 105P: area to be inspected

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-72717

(43)公開日 平成5年(1993)3月26日

(51)Int.Cl.<sup>5</sup>  
G 0 3 F 1/08  
H 0 1 L 21/027

識別記号 庁内整理番号  
A 7369-2H

F I

技術表示箇所

7352-4M  
7352-4M

H 0 1 L 21/ 30

3 0 1 P  
3 1 1 W

審査請求 未請求 請求項の数4(全 8 頁)

(21)出願番号 特願平3-234488

(22)出願日 平成3年(1991)9月13日

(71)出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72)発明者 須賀 治

東京都小平市上水本町5丁目20番1号 株  
式会社日立製作所武蔵工場内

(72)発明者 国吉 伸治

東京都小平市上水本町5丁目20番1号 株  
式会社日立製作所武蔵工場内

(72)発明者 杉本 有俊

東京都小平市上水本町5丁目20番1号 株  
式会社日立製作所武蔵工場内

(74)代理人 弁理士 筒井 大和

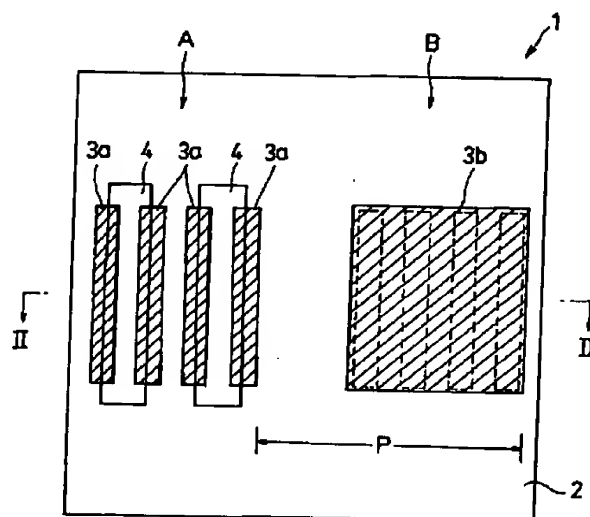
(54)【発明の名称】 フォトマスクおよびそれを用いた露光方法

(57)【要約】

【目的】 二度露光プロセスのスルーブット向上およびマスク合わせ精度の向上を図る。

【構成】 離間して配置された一群の遮光パターン3aの間の光透過領域の一部に位相シフト4を設けた第一のパターンAと、前記第一のパターンAの光透過領域と位相シフト4の端部とが重なる領域を光透過領域とする遮光パターン3bからなる第二のパターンBとを同一ガラス基板2に形成した位相シフト用フォトマスク1である。

図 1



1 : 位相シフト用フォトマスク  
3 a : 遮光パターン  
3 b : 遮光パターン  
4 : 位相シフト  
A : 第一のパターン  
B : 第二のパターン

## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 離間して配置された一群の遮光パターン間の光透過領域の一部に位相シフトを設けた第一のパターンと、前記第一のパターンの光透過領域と前記位相シフトの端部とが重なる領域を光透過領域とする遮光パターンからなる第二のパターンとを同一ガラス基板に設けたことを特徴とするフォトマスク。

【請求項 2】 前記位相シフトは、ガラス基板の上に堆積された透明膜、またはガラス基板に開孔された溝であることを特徴とする請求項 1 記載のフォトマスク。

【請求項 3】 請求項 1 または 2 記載のフォトマスクを用いて半導体ウエハ上に塗布されたフォトレジストを露光する際、前記半導体ウエハの同一露光領域に第一のパターンと第二のパターンとを順次転写することを特徴とする露光方法。

【請求項 4】 前記フォトレジストは、ボジ形のフォトレジストであることを特徴とする請求項 3 記載の露光方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、半導体製造工程（ウエハプロセス）などにおいて使用されるフォトマスクに関し、特に、露光光の位相を反転させるための位相シフトを備えたフォトマスクに適用して有効な技術に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】LSI の高集積化、高密度化は、 $0.8\mu\text{m}$  から  $0.5\mu\text{m}$ 、さらには  $0.3\mu\text{m}$  以下の微細なパターンの加工技術を要求している。しかしながら、パターンの寸法がこの程度まで微細になってくると、従来のフォトリソグラフィ技術では、パターンの加工寸法が露光光の波長と同等ないしはそれ以下になってしまうため、光の回折現象により高精度なパターン形成が困難となる。

【0003】近年、このような問題を改善する手段として、フォトマスクを透過する光の位相を反転させて投影像のコントラストを向上させる位相シフト技術が注目されている。

【0004】例えば特公昭 62-59296 号公報には、フォトマスクの遮光領域を挟む一対の光透過領域の一方に位相シフトを設け、上記一対の光透過領域を透過した二つの光の位相を互いに反転させることによってウエハ上の二つの光の境界部における光の強度を弱める位相シフト技術が開示されている。

【0005】特開昭 62-67514 号公報には、フォトマスクの第一の光透過領域の周囲に第二の微小な光透過領域を設けると共に、上記いずれか一方の光透過領域に位相シフトを設け、上記一対の光透過領域を透過した二つの光の位相を互いに反転させることによってパターンの転写精度を向上させる位相シフト技術が開示されている。

【0006】特開平 2-140743 号公報には、フォトマスクの光透過領域の一部に位相シフトを設け、この位相シフトが有る箇所と無い箇所とを透過した二つの光の位相を互いに反転させることによってパターンの転写精度を向上させる位相シフト技術が開示されている。

【0007】従来、位相シフト用のフォトマスクは、下記のような方法で製造されている。

【0008】まず、全面に Cr の薄膜を蒸着したガラス基板（マスクブランクス）に電子線レジストをスピン塗布し、電子線描画装置を用いて上記電子線レジストに所望の集積回路パターンの潜像を形成した後、この電子線レジストの露光部分を現像液により除去し、露出した Cr 膜をエッチングして遮光パターンを形成する。

【0009】次に、上記フォトマスクの全面にスピニングガラス（Spin On Glass）のような透明な薄膜をスピン塗布し、リソグラフィ技術を用いてこの薄膜をエッチングすることによってフォトマスクの所定の光透過領域に位相シフトを形成する。

【0010】位相シフトの有る光透過領域を透過した光と、位相シフトの無い光透過領域を透過した光の位相を互いに反転させるには、光の波長を  $\lambda$ 、位相シフトの屈折率を  $n$  として、位相シフトの膜厚（ $d$ ）を  $d = \lambda / 2(n - 1)$

またはその整数倍の関係を満たすように設定する。例えば光の波長が  $365\text{nm}$ （i 線）、位相シフトを構成するスピニングガラスの屈折率が 1.5 の場合、位相シフトの膜厚は、 $365\text{nm}$  またはその整数倍とする。

【0011】ところで、上記のように構成された位相シフト用フォトマスクを用いてウエハ上に塗布されたボジ形フォトレジストを露光した後、このフォトレジストを現像すると、位相シフトの端部に不要なレジストパターンが形成されてしまうという問題がある。これを図 9 および図 10 を用いて説明する。

【0012】現像によって露光領域が溶解するボジ形レジストを使用する場合は、図 9 に示すように、例えばラインアンドスペースが一定の間隔で繰り返される一群の配線パターンを形成するための位相シフト用フォトマスク 20 のガラス基板 21 には、この配線パターンと同じラインアンドスペースを有する一群の遮光パターン 22 が設けられ、これらの遮光パターン 22 の間の光透過領域には、一つ置きに位相シフト 23 が配置される。

【0013】上記位相シフト用フォトマスク 20 を用いてウエハ上のボジ形フォトレジストを露光すると、位相シフト 23 の端部では光の強度が弱められるため、この部分が実質的に遮光領域として機能する。

【0014】そのため、このフォトレジストを現像すると、図 10 に示すように、光透過領域と位相シフト 23 の端部とが重なる領域に不要パターン 24 が形成されたレジストパターン 25 が得られてしまう。従って、このレジストパターン 25 をマスクにしてウエハ上の配線用

導電膜をエッチングすると、得られた配線間が短絡してしまう。

【0015】他方、ネガ形フォトレジストを用いた場合は、このような問題は生じないが、周知のように、ネガ形フォトレジストは、ポジ形フォトレジストに比べて微細なレジストパターンを形成し難いという欠点がある。

【0016】そこで、微細なパターンを形成し易いポジ形フォトレジストを使用した場合においても不要パターンの発生を回避することができる二度露光プロセスが提案されている。この二度露光プロセスを図11～図13を用いて説明する。

【0017】まず、図11に示すような一群の遮光パターン22の間の光透過領域の一部に位相シフト23を配置した位相シフト用フォトマスク20を用いてウエハ上のポジ形レジストを露光する。

【0018】次に、図12に示すように、上記位相シフト用フォトマスク20の光透過領域と位相シフト23の端部とが重なる領域、すなわち不要パターン発生領域を光透過領域とする第二のフォトマスク26を用いて上記ポジ形レジストを再度露光する。

【0019】これにより、最初の位相シフト用フォトマスク20では露光されなかったフォトレジスト上の不要パターン発生領域が第二のフォトマスク26で露光されるため、このフォトレジストを現像すると、図12に示すように、不要パターンの無いレジストパターン25が得られる。

【0020】このように、上記二度露光プロセスを用いることにより、現状の露光装置やフォトレジスト材料を何ら変更しなくとも、位相シフト用フォトマスクを使って微細なパターンを高精度に加工することが可能となる。

【0021】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、前記二度露光プロセスを実施する場合は、二枚のフォトマスクの交換作業およびこれに付随する各種の調整作業が必要となる。これらの調整作業には、フォトマスク毎のフォーカス調整やアライメント調整などが含まれるため、多大な時間を必要とする。また、上記調整に伴い、必然的にフォトマスクの合わせ精度も劣化する。

【0022】このように、従来の二度露光プロセスは、スループットの低下とマスク合わせ精度の低下とが避けられないという欠点がある。

【0023】本発明の目的は、二度露光プロセスのスループットを向上させることのできる技術を提供することにある。

【0024】本発明の他の目的は、二度露光プロセスのマスク合わせ精度を向上させることのできる技術を提供することにある。

【0025】本発明の前記ならびにその他の目的と新規な特徴は、本明細書の記述および添付図面から明らかに

なるであろう。

【0026】

【課題を解決するための手段】本願において開示される発明のうち、代表的なものの概要を簡単に説明すれば、次のとおりである。

【0027】本発明の位相シフト用フォトマスクは、離間して配置された一群の遮光パターン間の光透過領域の一部に位相シフトを設けた第一のパターンと、前記第一のパターンの光透過領域と前記位相シフトの端部とが重なる領域を光透過領域とする第二のパターンとを同一ガラス基板に形成したものである。

【0028】

【作用】上記した手段によれば、従来、別々のフォトマスクに形成されていた第一のパターンと第二のパターンとを同一のフォトマスクに形成したことにより、二度露光プロセスを実施する際にフォトマスクを交換する作業が不要となるため、マスク交換に付随する各種の調整作業も不要となる。

【0029】これにより、二度露光プロセスを実施する際のスループットが向上し、かつ第一のパターンと第二のパターンとの合わせ精度も向上する。

【0030】

【実施例1】図1は、本発明の一実施例である位相シフト用フォトマスク1の要部断面図であり、図2は、図1のII-II線における断面図である。

【0031】この位相シフト用フォトマスク1は、半導体ウエハに所定の集積回路パターンを転写するための、例えば実寸の5倍の寸法の集積回路パターンの原画が形成されたレチクルであり、屈折率が1.47程度の合成石英からなる透明なガラス基板2上の有効露光領域内には、第一のパターンAと第二のパターンBとが所定の間隔(p)で配置されている。

【0032】上記第一のパターンAは、ラインアンドスペースが一定の間隔で繰り返された一群の遮光パターン3aの間の光透過領域に一つ置きに位相シフト4を配置した構成になっている。

【0033】上記遮光パターン3aは、クロムまたは酸化クロムからなり、例えば0.3 $\mu$ mのラインアンドスペースを有している。また、上記位相シフト4は、例えば屈折率が1.5程度のスピノングラスからなり、その膜厚は、露光光源に水銀灯(波長365nmのi線)を使用する場合、365nm程度である。

【0034】一方、第二のパターンBは、上記第一のパターンAの光透過領域と位相シフト4の端部とが重なる領域を光透過領域とする遮光パターン3bによって構成されている。

【0035】上記第一のパターンAおよび第二のパターンBの占有面積は、各々50mm $\times$ 50mm程度であり、両者の間隔(p)は、55mm程度である。

【0036】図3は、上記位相シフト用フォトマスク1

を用いて露光される半導体ウエハ5であり、その主面には、露光領域6がマトリクス状に配列されている。図示はしないが、この半導体ウエハ5の主面上には、1 $\mu$ m程度の膜厚を有するi線用のポジ形フォトレジストがスピンドット塗布されている。

【0037】位相シフト用フォトマスク1に形成されたパターンを半導体ウエハ5上のフォトレジストに転写するには、まず、図3(a)に示すように、露光開始点となる右隅最上部の露光領域6aに第一のパターンAのみが転写されるように位相シフト用フォトマスク1を位置決めして露光を行う。このとき、第二のパターンBは、露光領域6以外の捨て領域に露光される。

【0038】次に、図3(b)に示すように、半導体ウエハ5をパターンA、Bの間隔(p)と等しい距離だけ横方向に平行移動し、露光領域6aに隣接した露光領域6bに第一のパターンAを転写する。このとき、露光領域6aには、第二のパターン群が転写される。

【0039】以下、上記の操作を繰り返すことにより、全ての露光領域6上のフォトレジストにパターンAの潜像とパターンBの潜像とを形成し、その後、上記フォトレジストを現像する。

【0040】このように、本実施例によれば、第一のパターンAを転写した際には露光されなかったパターンAの光透過領域と位相シフト4の端部とが重なる領域が、第二のパターンBの転写によって露光されるため、この領域に不要パターンが発生するのを回避することができる。

【0041】また、本実施例によれば、従来、別々のフォトマスク上に形成していた第一のパターンAと第二のパターンBとを同一の位相シフト用フォトマスク1に形成したことにより、半導体ウエハ5の露光領域6を第一のパターンAおよび第二のパターンBで二度露光する際、フォトマスクを交換する作業が不要となるため、マスク交換に付随する各種の調整作業も不要となる。

【0042】これにより、二度露光プロセスを実施する際のスループットを向上させることができる。また、第一のパターンAと第二のパターンBとの合わせ精度も向上するため、第一のパターンAの微細な遮光パターン3aを半導体ウエハ5上に高精度に転写することができる。

【0043】なお、前記位相シフト用フォトマスク1は、スピンドットで位相シフト4を構成したが、例えば図4に示すように、ガラス基板2に開孔した溝7で位相シフト4を構成してもよい。

【0044】この場合、溝7の深さ(d)は、露光光源の波長を $\lambda$ 、ガラス基板2の屈折率をnとして、
$$d = \lambda / 2(n - 1)$$

またはその整数倍の関係を満たすように設定する。

【0045】

【実施例2】図5は、位相シフト用フォトマスク1の他

の実施例である。この位相シフト用フォトマスク1は、第一のパターンAと第二のパターンBとを上下方向に配列した以外は、前記実施例1とほぼ同様の構成となっている。

【0046】この位相シフト用フォトマスク1に形成されたパターンを半導体ウエハ5上のフォトレジストに転写するには、まず、図6(a)に示すように、露光開始点となる右隅最上部の露光領域6aに第二のパターンBのみが転写されるように位相シフト用フォトマスク1を位置決めして露光を行う。このとき、第一のパターンAは、露光領域6以外の捨て領域に露光される。

【0047】次に、図6(b)に示すように、半導体ウエハ5をパターンA、Bの間隔(p)と等しい距離だけ縦方向に平行移動し、露光領域6aに隣接した露光領域6cに第二のパターンBを転写する。このとき、露光領域6aには、第一のパターンBが転写される。

【0048】以下、上記の操作を繰り返すことにより、全ての露光領域6上のフォトレジストにパターンAの潜像とパターンBの潜像とを形成する。

【0049】

【実施例3】図7は、位相シフト用フォトマスク1の他の実施例である。この位相シフト用フォトマスク1は、第一のパターンAの遮光パターン3aの形状が前記実施例1のそれとは異なっているため、第二のパターンBの遮光パターン3bの形状もこれに応じて変えてある。

【0050】この位相シフト用フォトマスク1に形成されたパターンを半導体ウエハ5上のフォトレジストに転写する方法は、前記実施例1と同じであるため、その説明は省略する。

【0051】

【実施例4】図8は、位相シフト用フォトマスク1の他の実施例である。この位相シフト用フォトマスク1も、第一のパターンAの遮光パターン3aの形状が前記実施例1のそれとは異なっているため、第二のパターンBの遮光パターン3bの形状もこれに応じて変えてある。

【0052】この位相シフト用フォトマスク1に形成されたパターンを半導体ウエハ5上のフォトレジストに転写する方法は、前記実施例1と同じであるため、その説明は省略する。

【0053】以上、本発明者によってなされた発明を実施例に基づき具体的に説明したが、本発明は前記実施例に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲で種々変更可能であることはいうまでもない。

【0054】例えば位相シフト用フォトマスクに形成される第一のパターンおよびそれに対応する第二のパターンBの形状は、前記実施例で例示した形状に限定されず、種々変更可能である。

【0055】また、露光光源はi線に限定されず、KrFエキシマレーザ(波長248nm)など、さらに短波長の光源を使用することができる。

【0056】

【発明の効果】本願によって開示される発明のうち、代表的なものによって得られる効果を簡単に説明すれば、以下の通りである。

【0057】本発明によれば、従来、二枚のフォトマスクを用いて実施していた二度露光プロセスを一枚のフォトマスクで実施できるので、二度露光プロセスのスループットの向上およびマスク合わせ精度の向上を実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例である位相シフト用フォトマスクの要部平面図である。

【図2】図1のII-II線における断面図である。

【図3】この位相シフト用フォトマスクを用いた露光方法を示す半導体ウエハの平面図である。

【図4】本発明の他の実施例である位相シフト用フォトマスクの要部断面図である。

【図5】本発明の他の実施例である位相シフト用フォトマスクの要部平面図である。

【図6】この位相シフト用フォトマスクを用いた露光方法を示す半導体ウエハの平面図である。

【図7】本発明の他の実施例である位相シフト用フォトマスクの要部平面図である。

【図8】本発明の他の実施例である位相シフト用フォトマスクの要部平面図である。

【図9】従来の位相シフト用フォトマスクの要部平面図である。

【図10】この位相シフト用フォトマスクを用いて得ら

れたレジストパターンの要部平面図である。

【図11】従来の位相シフト用フォトマスクの要部平面図である。

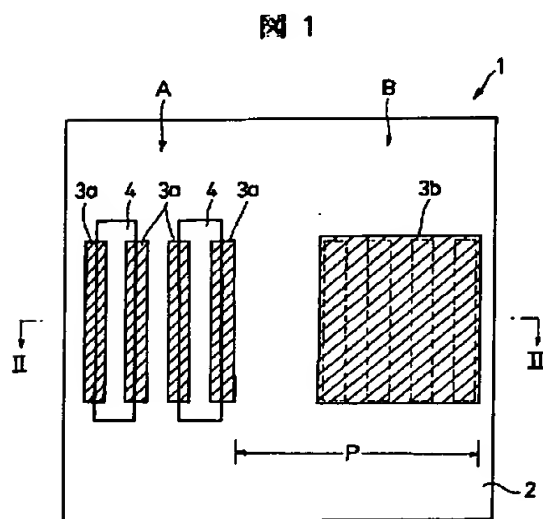
【図12】従来の二度露光用フォトマスクの要部平面図である。

【図13】従来の二度露光方法によって得られたレジストパターンの要部平面図である。

【符号の説明】

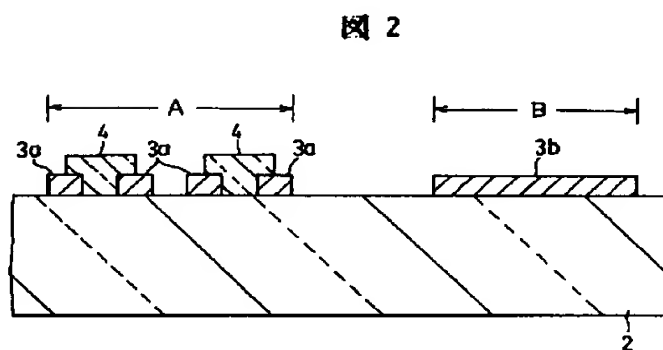
- 1 位相シフト用フォトマスク
- 2 ガラス基板
- 3a 遮光パターン
- 3b 遮光パターン
- 4 位相シフト
- 5 半導体ウエハ
- 6 露光領域
- 6a 露光領域
- 6b 露光領域
- 6c 露光領域
- 7 溝
- 20 位相シフト用フォトマスク
- 21 ガラス基板
- 22 遮光パターン
- 23 位相シフト
- 24 不要パターン
- 25 レジストパターン
- 26 フォトマスク
- A 第一のパターン
- B 第二のパターン

【図1】



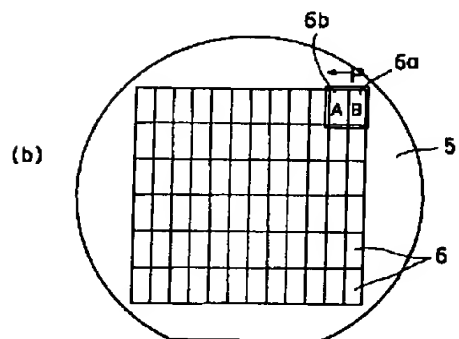
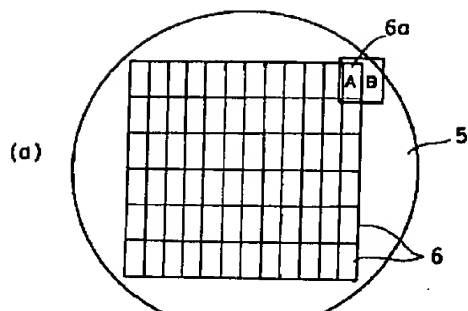
- 1 : 位相シフト用フォトマスク
- 3a : 遮光パターン
- 3b : 遮光パターン
- 4 : 位相シフト
- A : 第一のパターン
- B : 第二のパターン

【図2】



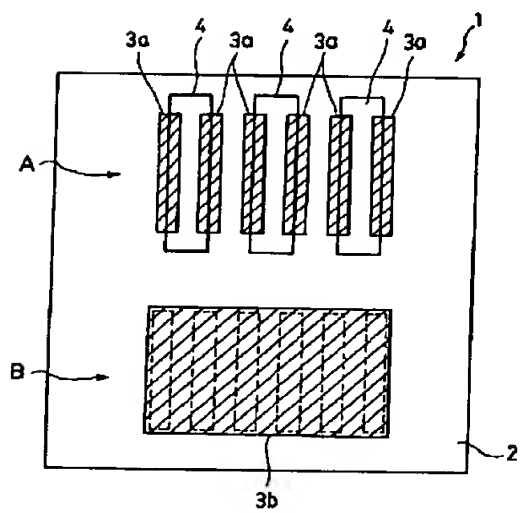
【図 3】

図 3



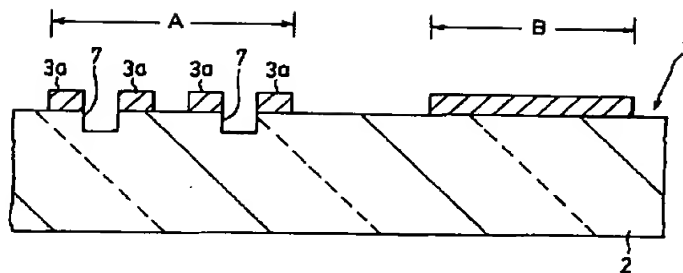
【図 5】

図 5



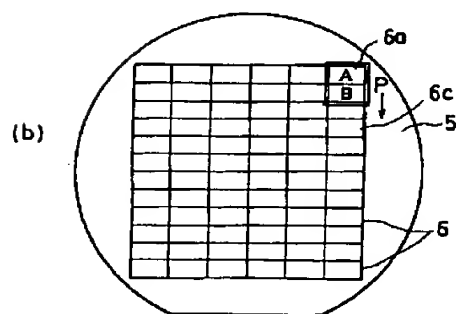
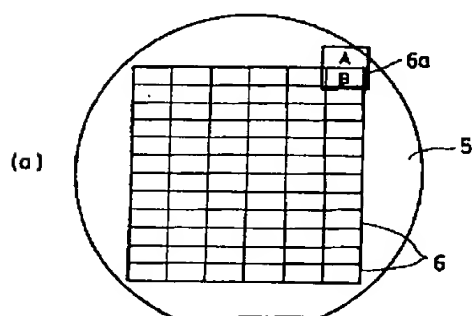
【図 4】

図 4



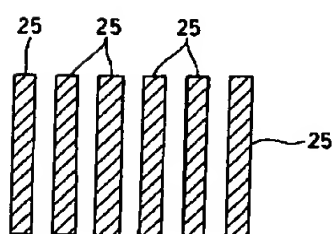
【図 6】

図 6



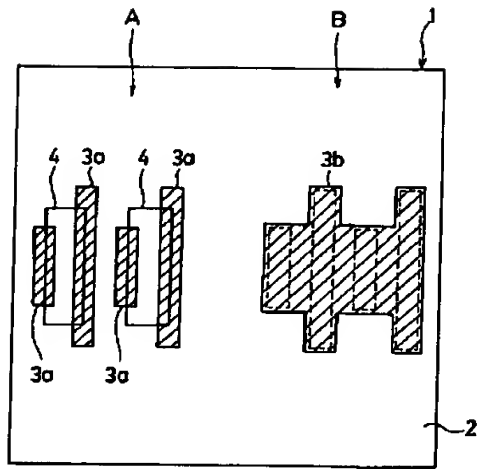
【図 13】

図 13



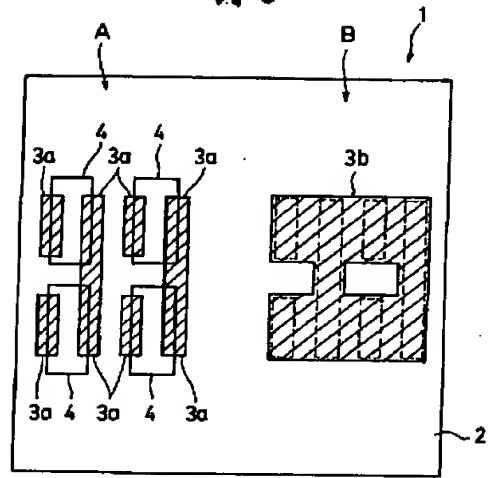
【図 7】

図 7



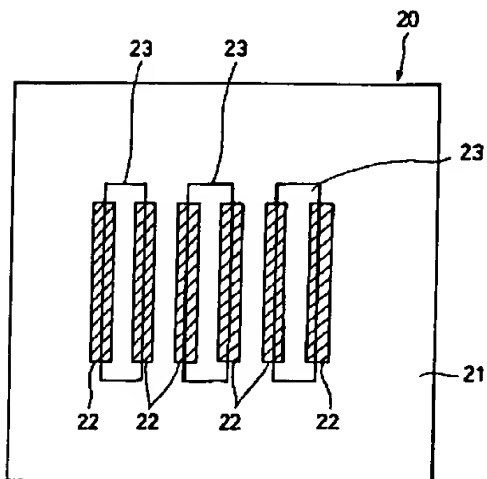
【図 8】

図 8



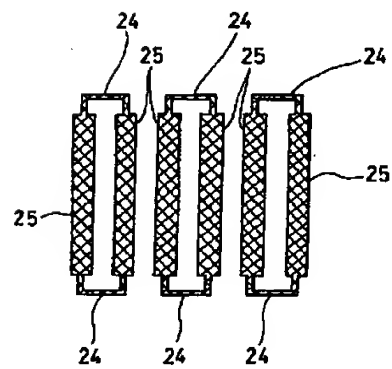
【図 9】

図 9



【図 10】

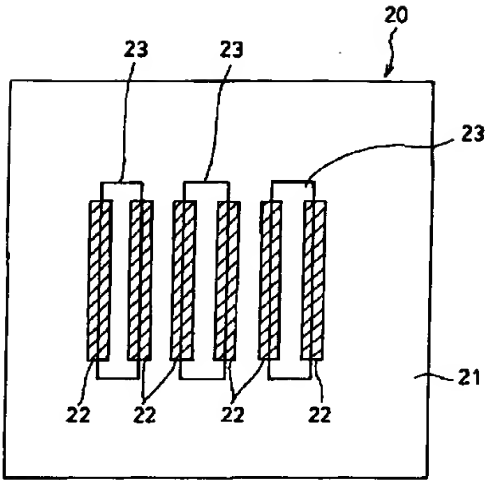
図 10





【図 1 1】

図 11



【図 1 2】

図 12

